

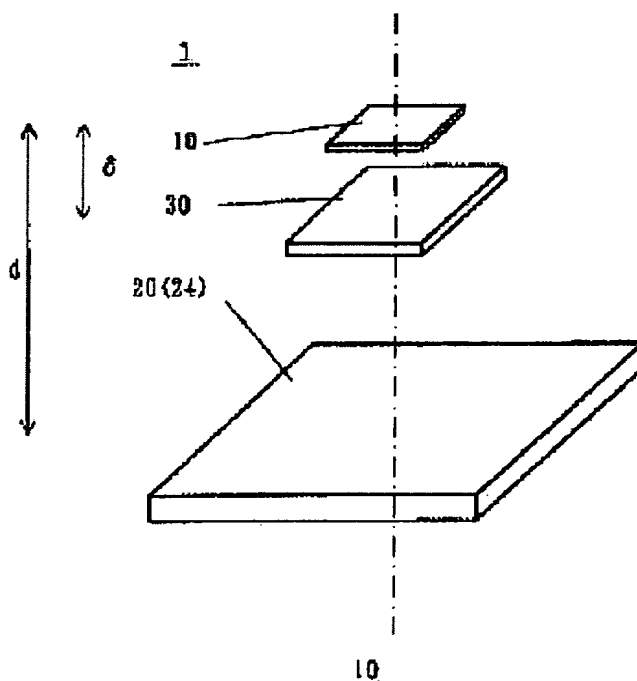
**COMMUNICATION SYSTEM UTILIZING NONCONTACT INFORMATION MEDIUM AND COMMUNICATION AUXILIARY DEVICE TO BE USED FOR IT**

Patent number: JP2000138621  
Publication date: 2000-05-16  
Inventor: TAKASUGI KAZUO; SUGIMURA SHIRO  
Applicant: HITACHI MAXELL; SMART CARD TECHNOLOGIES KK  
Classification:  
- international: G06K19/07; H01Q7/00; H04B5/02; G06K19/07; H01Q7/00; H04B5/02; (IPC1-7): H04B5/02; G06K19/07; H01Q7/00  
- european:  
Application number: JP19980324424 19981030  
Priority number(s): JP19980324424 19981030

Report a data error here

**Abstract of JP2000138621**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simply and inexpensively reduce restriction due to inclination, a communication area, a communication distance, etc., based on the directivity of an antenna between a noncontact information medium and an external device by providing a booster electromagnetically combined with the external device. **SOLUTION:** This communication system 1 is provided with the noncontact information medium (IC card) 10, the external device (reader-writer) 20 and a booster 30. The booster 30 incorporates a resonance circuit composed of a transmission/reception coil and a resonance capacitor in a base material and is arranged so as to make the normal direction of the antenna coil of the booster coincide with the normal direction of the antenna coil of the antenna part 24 of the reader-writer 20. In this case, a communicating distance between the reader-writer 20 and the booster 30 is about 15 cm. The booster 30 repeats radio transferred from the reader-writer 20 to transfer it to the card 10 and repeats radio transferred from the card 10 to transfer it to the reader-writer 20.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-138621  
(P 2 0 0 0 - 1 3 8 6 2 1 A)  
(43) 公開日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04B 5/02		H04B 5/02	5B035
G06K 19/07		H01Q 7/00	5K012
H01Q 7/00		G06K 19/00	H

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全11頁)

(21) 出願番号	特願平10-324424	(71) 出願人	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
(22) 出願日	平成10年10月30日 (1998.10.30)	(71) 出願人	598157650 株式会社スマートカードテクノロジーズ 東京都台東区駒形1丁目2番6号
		(72) 発明者	高杉 和夫 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
		(74) 代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔

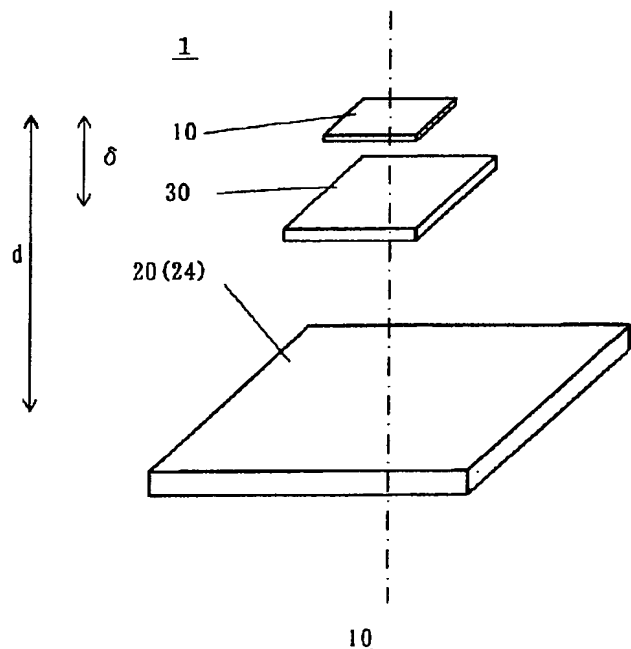
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触情報媒体を利用する通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置

(57) 【要約】

【課題】 非接触情報媒体と外部装置との間のアンテナの指向性に基づく傾斜角度の制約、通信領域の制約、通信距離の制約を簡単かつ安価に緩和する通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 非接触情報媒体と外部装置との無線通信に使用されるキャリア周波数に共振する共振回路を有するブースターを外部装置に電磁結合した。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 非接触情報媒体と、

当該非接触情報媒体と所定のキャリア周波数で無線通信をすることができる外部装置と、

前記非接触情報媒体及び前記外部装置と前記所定のキャリア周波数で無線通信をすることができ、前記外部装置に電磁結合されたブースターとを有し、前記ブースターは前記非接触情報媒体と前記外部装置との前記無線通信を中継することができる通信システム。

【請求項 2】 前記非接触情報媒体は前記無線通信に使用される第 1 のアンテナを有し、

前記外部装置は前記無線通信に使用される第 2 のアンテナを有し、

前記ブースターは前記無線通信に使用され、前記第 2 のアンテナの法線方向に一致している第 3 のアンテナを有する請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 3】 前記非接触情報媒体は前記無線通信に使用される第 1 のアンテナを有し、

前記外部装置は前記無線通信に使用される第 2 のアンテナを有し、

前記ブースターは前記無線通信に使用され、前記第 2 のアンテナの法線方向に対して傾斜している第 3 のアンテナを有する請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 4】 前記非接触情報媒体は前記無線通信に使用される第 1 のアンテナを有し、

前記外部装置は前記無線通信に使用される第 2 のアンテナを有し、

前記ブースターは前記無線通信に使用される第 3 のアンテナを有し、前記第 1 のアンテナは前記第 2 のアンテナの法線から離間した位置において前記第 2 のアンテナと前記第 3 のアンテナを介して前記無線通信を行うことができる請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 5】 前記通信システムは複数の前記ブースターを有し、少なくとも当該ブースターの 1 つは他のブースターのいずれか一つを介して前記外部装置に間接的に電磁結合している請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 6】 前記第 3 のアンテナの法線方向は、前記第 2 のアンテナの法線方向とほぼ平行である請求項 4 記載の通信システム。

【請求項 7】 基材と、

当該基材に結合して、前記非接触情報媒体及び前記外部装置と所定のキャリア周波数で無線通信をすることができ、前記外部装置に電磁結合された通信部とを有するブースター。

【請求項 8】 前記通信部は、前記キャリア周波数に共振することができる共振回路を有する請求項 7 のブースター。

【請求項 9】 前記通信部は、前記キャリア周波数に共振することができる複同調回路を有する請求項 7 のブースター。

【請求項 1 0】 前記通信部は、電源と、当該電源に接続された増幅器とを有する請求項 7 記載のブースター。

【請求項 1 1】 前記非接触情報媒体は、メモリと通信部とを有する請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 1 2】 前記非接触情報媒体は、ロジック制御部と通信部とを有する請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 1 3】 前記非接触情報媒体は、メモリと、ロジック制御部と、通信部とを有する請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 1 4】 前記非接触情報媒体は、CPU を更に有する請求項 1 1 乃至 1 4 のうちいずれか 1 項記載の通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般には、通信システムに係り、特に、非接触情報媒体を利用するデータ通信システムに関する。「非接触情報媒体」とは、IC チップなどの情報記録モジュールを備え、リーダライタなどの外部装置と非接触に交信する媒体である。従って、非接触であれば、電波の波長を問わず、また、通信距離の長さも問わない。

【0 0 0 2】非接触情報媒体の典型的なものは、例えば、マイクロ波を利用してリーダライタと交信する非接触 IC カードである。なお、本出願においては、「IC カード」は、スマートカード、インテリジェントカード、チップインカード、マイクロサーキット（マイコン）カード、メモリーカード、スーパーカード、多機能カード、コンビネーションカードなどを総括している。

【0 0 0 3】また、非接触情報媒体はその形状がカードに限定されるものではない。従って、それはいわゆる IC タグも含む。ここでは、「IC タグ」は、IC カードと同様の機能を有するが、切手サイズやそれ以下の超小型やコイン等の形状を有する全ての情報記録媒体を含むものである。

## 【0 0 0 4】

【従来の技術】周知のように、IC カードは、カードに内蔵されている IC チップとリーダライタとの通信方法に従って、接触型と非接触型に分類することができる。このうち、非接触型は、リーダライタとの接点がないので接触不良がなく、リーダライタから数 cm 乃至数十 cm 離れた移動使用が可能で、汚れ、雨、静電気に強いなどの特徴があり、今後ますますその需要は高まるものと予想されている。

【0 0 0 5】非接触 IC カードは、リーダライタから受信した電波から電磁誘導によって動作電力を得ると共に、電波を利用してリーダライタとの間でデータを交換する。そして、非接触 IC カードとリーダライタは、通常、かかる電波を送受信するためのアンテナをそれぞれ内蔵している。

## 【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の非接触 IC カードはリーダライタと無線通信を行うためには、非接触 IC カードのアンテナ（例えば、アンテナコイル）はリーダライタのアンテナ（例えば、アンテナコイル）と平行にかつその真上に配置することが必要であった。例えば、非接触 IC カードがリーダライタの真上にあっても、非接触 IC カードのアンテナコイルがリーダライタのアンテナコイルの法線方向に対して傾斜すれば通信距離は傾斜角度に応じてアンテナの指向性に起因して短くなり、両アンテナコイルの法線方向が直交すれば通信不能になってしまう。

【0007】また、非接触 IC カードをリーダライタのアンテナ真上から離間すると両者はアンテナの指向性により交信できず、結局、通信可能領域はリーダライタのアンテナの真上の一定の領域に限定されていた。

【0008】また、非接触 IC カードは、通常、クレジットカードと同じ寸法を有するいわゆる ISO（国際標準化機構：International Organization for Standardization）サイズ（縦 54mm、横 85.6mm、厚さ 0.76mm）であるが、その通信距離はせいぜい最大 10cm 程度であり適用分野によっては通信距離の延長が要請されていた。

【0009】このように、従来の非接触 IC カードとリーダライタとの通信には、アンテナの指向性に基づく傾斜角度の制約、通信可能領域の制約、通信距離の制約が存在しており、また、通信可能領域は目に見えないので、非接触 IC カードのユーザーにとって操作性が悪く、迅速な読み取りも達成できなかった。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような従来の課題を解決する新規かつ有用な非接触情報媒体を利用する通信方法及びシステムを提供することを概括的な目的とする。

【0011】より特定的には、本発明は、非接触情報媒体と外部装置との間のアンテナの指向性に基づく傾斜角度の制約、通信領域の制約、通信距離の制約を簡単かつ安価に緩和する通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置を提供することを目的とする。

【0012】かかる目的を達成するために、本発明の通信システムは、非接触情報媒体と、当該非接触情報媒体と所定のキャリア周波数で無線通信をすることができる外部装置と、前記非接触情報媒体及び前記外部装置と前記所定のキャリア周波数で無線通信をすることができ、前記外部装置に電磁結合されたブースターとを有し、前記ブースターは前記非接触情報媒体と前記外部装置との前記無線通信を中継することができる。

【0013】また、本発明のブースターは、基材と、当該基材に結合して、前記非接触情報媒体及び前記外部装置と所定のキャリア周波数で無線通信をすることがで

き、前記外部装置に電磁結合された通信部とを有する。

【0014】本発明の通信システム及びブースターによれば、非接触情報媒体は外部装置と直接に又はブースターを介して無線通信を行う。ブースターは非接触情報媒体と外部装置の間又は非接触情報媒体の上に配置される。通信補助装置として機能するブースターは、非接触情報媒体と外部装置との間の無線通信を中継する場合でも、その無線通信に使用されるキャリア周波数を変更しない。ブースターのアンテナと外部装置のアンテナの法線方向を一致させれば外部装置の通信可能距離は延長される。ブースターのアンテナを外部装置のアンテナの法線方向に対して傾斜させれば非接触情報媒体の外部装置に対する傾斜可能な角度は増加する。ブースターと外部装置とを、両者のアンテナの法線方向が平行になるように配置すれば外部装置の通信可能領域が拡大する。複数のブースターを設けて、一のブースターを他のブースターを介して間接的に外部装置に電磁結合すれば、これら複数のブースターを協同的に使用して無線通信を中継することができる。ブースターは一以上の共振回路を有し、各共振回路はキャリア周波数に共振することができる。選択的に、ブースターに増幅器を設けて無線通信に使用される電波を増幅してもよい。

【0015】本発明の他の目的及び更なる特徴は、以下、添付図面を参照して説明される実施例により明らかにされる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の通信システム 1 を説明する。なお、各図において、同一の参照番号を付した部材は同一部材を表すものとし、また、同一の参照番号にアルファベットを付した部材は対応する変形部材を表すものとし、重複説明は省略する。また、特にことわらない限り、参照番号はアルファベットの付いた同一の参照番号の全てを総括しているものとする。

【0017】図 1 に本発明の第 1 実施例の通信システム 1 の構成を示す。同図に示すように、本発明の通信システム 1 は、非接触情報媒体 10 と、外部装置 20 と、ブースター 30 とを有する。本実施例では、非接触情報媒体 10 の典型例として非接触 IC カードを用い、外部装置 20 の典型例としてリーダライタを用いている。従って、参照番号 10 及び 20 はこれらを総括している。なお、より詳細には、図 1 に示す外部装置 20 は後述する外部装置 20 のアンテナ部 24 である。

【0018】非接触 IC カード 10 は、リーダライタ（R/W）20 と電（磁）波を使用して交信する。また、非接触 IC カード 10 は、バッテリーを内蔵していてもよいが、内蔵バッテリーの劣化に伴うトラブルを回避すると共にチップを小型化するためにバッテリーレスとすることが好ましい。従って、以下、非接触 IC カード 10 は、電波を利用してリーダライタ 20 とデータを交換す

ることができると共に、リーダライタ20から受信した電波から電磁誘導によって動作電力を得るものとする。非接触ICカード10はISOサイズを有する。但し、非接触情報媒体10として非接触ICタグを用いれば、それは用途に合わせた任意の形状(例えば、ペンダント形状、コイン形状、キー形状、カード形状、タグ形状など)を有することができる。

【0019】本発明の非接触情報媒体10は外部装置20と非接触に無線通信することができるが、これは本発明が外部装置20と接触して通信する機能を排除しているものではない。例えば、非接触情報媒体10は、接触ICチップを内蔵することにより、接触ICカード及び非接触ICカードの両機能を有するコンビネーションカードとして構成することができる。

【0020】また、本発明は、非接触情報媒体10が磁気ストライプを有するカード媒体に適用されることを妨げるものではない。この場合は、本発明の非接触情報媒体10は、クレジットカード、キャッシュカードなどの磁気カードとしての機能を有することになる。さらに、選択的に、非接触情報媒体10には、エンボス、サインパネル、ホログラム、刻印、ホットスタンプ、画像プリント、写真などが形成されてもよい。

【0021】非接触ICカード10は、図2及び図3に示すように、基材12に、アンテナコイル14とICチップ16とを有する。ここで、図2は非接触ICカード10の構成を示すブロック図である。図2は、アンテナコイル14を概念的に示しており、実際の非接触ICカード10においてはアンテナコイル14は、例えば、図3に示すように、ICチップ16を取り囲むように形成されている。ここで、図3は非接触ICカード10の模式的透視平面図である。基材12は、例えば、プラスチックから構成される。選択的に、非接触ICカード10は、基材12上に、図示しないディスプレイやキーボードなどを更に有して更なる多機能化を達成してもよい。アンテナコイル14はICチップ16に一对の接続端子18を介して電氣的に接続されている。

【0022】ICチップ16は、電源回路102と、送受信回路104と、メモリ108と、好ましくはロジック制御回路106と、図示しないクロックとを基板100に内蔵している。

【0023】非接触ICカード10は上述したようにバッテリーを内蔵しておらず、電源回路102はアンテナ14が受信した電波から電磁誘導によってその動作電力を得る。送受信回路104は復調回路と変調回路を有している。復調回路は、受信した電波を検波してそれからデータを得るために基底帯域信号を復元する。また、変調回路は、データを送信するために搬送波を送信データに応じて変化させてコイル34に送信する。変調方式は、例えば、キャリア(搬送)周波数の振幅を変えるASK、位相を変えるPSKなどを使用することができ

る。

【0024】変調回路や復調回路はロジック制御回路106によって制御されて、クロックに同期して動作する。ロジック制御回路106はCPUにより実現することができる。メモリ108はデータを保存するROM、RAM、EEPROM及び/又はFRAM等から構成される。非接触ICカード10はリーダライタ20とかかるデータに基づいて通信したり、ロジック制御回路106は所定の処理を行うことができる。例えば、メモリ108は、ID情報や所定額の電子マネーなどの価値や取引記録その他を格納することができ、ロジック制御回路106は所定の取引(例えば、切符の購入や電子マネーの入金など)によりかかる価値を増減等することができる。なお、これらの構成要素の構成や動作は当業者には容易に理解できるため詳しい説明は省略する。

【0025】アンテナコイル14はICチップ16に電氣的に接続されると共に後述するブースター30の送受信コイル32と非接触的に電磁結合されている。なお、アンテナコイル14と送受信コイル34との位置関係については後述する。アンテナコイル14の通信距離はアンテナコイル14の法線方向に関して10cm程度である。アンテナコイル14は、ブースター30との位置関係、実装面積、その他の条件に応じて所望の寸法、形状、自己インダクタンス、相互インダクタンスを有する。例えば、上から見た場合にアンテナコイル14の形状は円形、四角形、楕円形など所望の形状を有することができる。アンテナコイル14は、ワイヤボンディング方式やTAB(Tape Automated Bonding)方式などによってICチップ16に接続されている。

【0026】リーダライタ20は、図4に示すように、制御インタフェース部22とアンテナ部24とを有しており、両者はケーブル26により接続されている。ここで、図4はリーダライタ20の構成を示すブロック図である。リーダライタ20は、所定のキャリア周波数 $f_c$ を有する電波Wを非接触ICカード10へ送信及びから受信し、無線通信を利用して非接触ICカード10と通信する。なお、電波Wは任意の周波数帯のキャリア周波数 $f_c$ (例えば、13.56MHz)を使用することができる。リーダライタ20は、制御インタフェース部22を介して更なる図示しない外部ホスト装置(処理装置、制御装置、パーソナルコンピュータ、ディスプレイなど)に接続されている。

【0027】制御インタフェース部22は、送信回路(変調回路)202と、受信回路(復調回路)204と、コントローラ206とを内蔵している。送信回路202は、更なる外部ホスト装置からのデータを、例えば、キャリア周波数の振幅を変えることにより(ASK変調方式)、伝送信号に変換してアンテナ部24に送信する。また、受信回路204はアンテナ部24を通じて

非接触 IC カード 10 から受信した信号を基底帯域信号に変換してデータを得て、図示しない更なる外部ホスト装置に送信する。送信回路 202 と受信回路 204 は、実際の回路では、図 5 に示すように、複数の駆動回路 208 及び 210 に接続されており、これらの駆動回路によって駆動される。ここで、図 5 はリーダライタ 20 の模式的透視平面図である。なお、当業者は、送信回路 202、受信回路 204 及び駆動回路 208 及び 210 の動作や構成はを容易に理解して実現することができるので、ここでは詳細な説明は省略する。

【0028】アンテナ部 24 は、例えば、図 5 に示すようなアンテナコイル 212 と整合回路 216 とを有する。図 5 は、整合回路 216 が抵抗とコンデンサからなる具体的構成を示している。また、図 6 に、リーダライタ 20 の概観の一例とアンテナ部 24 が通信することができる通信可能領域 220 の一例を示す。かかるリーダライタ 20 は、例えば、IC カードを乗車券として利用した自動改札口などに使用することができる。図 6 に示すように、アンテナコイル 212 の指向性からリーダライタ 20 の通信可能領域 220 は楕円体のような形状をしており、アンテナ部 24 の真上であってもこの通信可能領域 220 を非接触 IC カード 10 が通過しなければリーダライタ 20 は非接触 IC カード 10 と交信することができないことが理解できる。しかも、この通信可能領域 220 は目で見ることとはできず、実際のリーダライタ 20 においてはそのアンテナコイル 212 の形状と指向性によって通信可能領域 220 は変化し、より複雑な形状を有している。従って、非接触 IC カード 10 を操作するユーザーにとっては操作性が悪いことが理解される。なお、操作性は非接触 IC カード 10 とリーダライタ 20 との相対位置関係によっても影響されるがこれについては後述する。

【0029】次に、本発明の通信システム 1 において通信補助装置として機能するブースター 30 について説明する。まず、ブースター 30 の構成を図 7 乃至図 13 を参照して説明する。ここで、図 7 は、本発明の第 1 実施例のブースター 30 の概観回路図である。図 8 は、図 7 の回路を実現するためのより具体的なブースター 30 の透視斜視図である。

【0030】図 7 に示すように、本発明のブースター 30 は、送受信コイル 32 と共振コンデンサ 34 からなる共振回路を基材 36 に内蔵している。送受信コイル 32 は、図 8 に示すように、共振コンデンサ 34 を取り囲むアンテナコイルとして実現することができる。アンテナコイル 32 の形成は、非接触 IC カード 10 におけるアンテナコイル 14 の形成と同様に実現することができ、例えば、銅やアルミニウムなどを使用したエッチング、プリント配線方式による印刷、ワイヤによる形成など当業界で周知ないずれの方法によっても形成することができる。選択的に、コイル 32 にはノイズ除去用のシ

ールドが設けらる。また、送受信コイル 32 は、空心コイルであるスパイラル平面コイルや複スパイラルコイル、若しくは、フェライトコアの付いた平面コイル又はフェライトバーアンテナとして構成することができる。更に、送受信コイル 32 は、アンテナコイル以外のダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ループアンテナ、スロットアンテナ、マイクロストリップアンテナなど当業界で周知のアンテナを適用することができる。

【0031】コンデンサ 34 は、例えば、銅板から構成される。コンデンサ 34 には、選択的に、例えばポリエチレン、PET（ポリエチレンテレフタレート）から構成される図示しない誘電体フィルムを挟んでもよい。また、一のコンデンサ 34 の代わりに複数のコンデンサをマッチング回路として設けてもよい。代替的に、コンデンサ 34 はコイル 32 と共に図示しないセラミック基板に集積化されてもよい。

【0032】ブースター 30 は、まず、非接触情報媒体 10 とリーダライタ 20 との通信距離の制約を簡単かつ安価に緩和するという機能を有する。図 1 を参照するに、ブースター 30 を設けない非接触情報媒体 10 とリーダライタ 20 とからなる従来の通信システムにおいては、非接触 IC カード 10（のアンテナコイル 14）をリーダライタ 20（のアンテナ部 24）の真上にかざした場合の最大通信距離  $d = d^*$  は、上述したように、例えば、10 cm 程度である。かかる通信距離はアンテナコイル 14 の形状、寸法などによる制限を受けると共に微弱電波を規制する電波法による制限も受ける。非接触情報媒体 10 とリーダライタ 20 との通信では、上述したように、キャリア周波数  $f_c$  が中心周波数として使用される。また、変調回路により中心周波数に側帯波が追加される。電波法は、これらの中心周波数及び側帯波の部分の電波の強さを規制しているため、単純に電波を強めて通信距離を延長すれば電波法に抵触する可能性がある。従って、電波は強めずに通信距離を延長することが要請される。

【0033】この点、非接触 IC カード 10 を収納可能な通信装置に差し込んでかかる通信装置がキャリア周波数を別の周波数に変換して独自のプロトコルと通信フォーマットでリーダライタ 20 と交信しようとする提案もある。しかし、これではユーザーはわざわざ非接触 IC カード 10 をかかる通信装置に差し込まなくてはならず、また、周波数変換機能などを有する通信装置は高価であるという欠点がある。

【0034】かかる点に鑑みて、本発明者等は、非接触 IC カード 10 とリーダライタ 20 からなる従来の通信システムの通信プロトコル、キャリア周波数、電波の強さ、通信フォーマットなどは一切変更せず、簡単かつ安価に通信距離だけを延長する方法を考え出した。このように、本発明は従来から使用されている非接触 IC カード 10 のアンテナ 14 を大きくするなどの変更を何ら要

しないので、現在の通信システムにそのまま適用することができる。

【0035】かかる通信方法は、リーダライタ20のアンテナ部24のアンテナコイル212の法線方向にブースター30のアンテナコイル32の法線方向を一致させるようにブースター30を配置することである。ここで、リーダライタとブースター30との通信距離はほぼ15cm程度である。例えば、直径15cmの大きさを有するアンテナコイル212の法線上約10cmに直径4.5mmの大きさを有するアンテナコイル32を備えた

縦50mm、横80mmのブースター30を図1に示すように配置すると、最大通信距離dは約15cmに延長された。ここで、非接触ICカード10とブースター30との距離δは、約5mm乃至30mmである。また、ユーザーも非接触ICカード10を従来通りリーダライタ20に対してかざせばよく、通信装置に差し込むなどの不便性はない。

【0036】ブースター30は、リーダライタ20から転送される電波Wを中継して非接触ICカード10へそれを転送し、非接触ICカード10から転送される電波Wを中継してリーダライタ20へそれを転送する。

【0037】ブースター30は、非接触情報媒体10とリーダライタ20との間に配置されることを要さず、例えば、図9に示すように、非接触情報媒体10の真上に配置されてもよい。ここで、図9は、図1に示す通信システム1の変形例である通信システム1Bの構成を示す斜視図である。この場合には、例えば、上述したのと同じ大きさのブースター30をアンテナコイル212の法線上約15cmの距離に配置すれば、非接触ICカード10はリーダライタ20の真上約12cm以上（従って、ブースター30との距離δは30mm程度以下）であっても非接触ICカード10はリーダライタ20と交信することができる。通信距離dが12cmとなり、d≠10cmを超え、通信距離が延長されていることが理解される。

【0038】図9に示す通信システム1Bはブースター30の再放射を利用して、観念的には、図1に示す通信システム1と同様に、ブースター30がリーダライタ20からのデータを中継して非接触ICカード10へそれを転送していると解釈することができる。

【0039】本発明のブースター30は共振回路を使用している、キャリア周波数f<sub>c</sub>を変更せず、また、従来の通信システムにおいて既に設定されているリーダライタ20の電波の強さを変更することもない。また、ブースター30は構成が単純で安価であり通信システムが高価になることを防止しつつ最大通信距離dを延長している。

【0040】ブースター30は、図7に示すように、自己インダクタンスLのアンテナコイル32と静電容量Cの共振コンデンサ34を有している。図7に示す回路の

共振周波数f<sub>r</sub>は、 $(1/2\pi)(LC) - 1/2$ となる。かかる共振周波数f<sub>r</sub>の値をキャリア周波数f<sub>c</sub>に一致させれば、図7に示す回路はf<sub>c</sub>に共振及び同調して送受信コイル32や共振コンデンサ34に大きな共振電流を流すことができ、また、かかる共振電流を非接触的に非接触ICカード10又はリーダライタ20に供給することができる。しかし、実際の回路においては素子の誤差から $(1/2\pi)(LC) - 1/2$ をキャリア周波数f<sub>r</sub>に一致させることができない場合もある。そこで、このような場合でも同調の効果をj得るために、複数の共振回路から構成される複同調回路を使用してもよい。

【0041】以下、図10及び図11を参照して、かかる実施例を説明する。ここで、図10は、本発明の第2実施例のブースター30Aの概観回路構成図である。図11は、図10の回路を実現するためのより具体的なブースター30Aの透視斜視図である。

【0042】ブースター30Aは、複数の共振回路から構成される複同調回路を使用している。周知のように、複同調回路は利得周波数特性が双峰性となり、広い周波数帯域を得ることができる。なお、双峰性を有するその他の回路もブースターに適用することができる。

【0043】ブースター30Aは、図10に示すように、一対のコイル32A及び32Bと一対のコンデンサ34A及び34Bからなる2つの共振回路を含んでいる。コイル32A及び32Bは巻数が異なり、それぞれ、自己インダクタンスL<sub>1</sub>及びL<sub>2</sub>を有している。両コイル32A及び32Bが密結合となるように結合係数（相互インダクタンス）Mが高く設定されている。コンデンサ34A及び34Bは、それぞれ、静電容量C<sub>1</sub>及びC<sub>2</sub>を有している。自己インダクタンスと静電容量の関係は、原則として、 $(1/2\pi)(L_1C_1) - 1/2 = (1/2\pi)(L_2C_2) - 1/2 = \text{キャリア周波数} f_r$ になるように設定されるが、各素子間の誤差などによりたとえ両者又はいずれか一方がキャリア周波数f<sub>r</sub>に一致しなくてもキャリア周波数f<sub>r</sub>付近で十分大きな誘導電流を生成することができる。ブースター30は、図8に示す構造を2枚貼り合わせてもよいが、図11では一の基板36Aに上記の構成要素が収納されている。図11に示す構造を有するブースター30Aを製造する方法は、当業者には容易であり、ここでは詳しい説明は省略する。

【0044】ブースター30は、図12に示すブースター30Bや図13に示すブースター30Cに置換されてもよい。ここで、図12は、本発明の第3実施例のブースター30Bの概観回路構成図である。また、図13は、本発明の第4実施例のブースター30Cの概観回路構成図である。

【0045】ブースター30の中継器的機能に鑑みれば、ブースター30に独自の増幅器を追加してもよいは

ずである。図12においては、受信コイル32Cが受信した電波Wは、電源31から駆動電力を与えられた増幅器33が増幅して、これを送信コイル32Dより送信する。このため、送信コイル32Dから出る信号は、中心周波数だけでなく側帯波も十分に増幅される。増幅器33には、トランジスタを含む当業界で周知のいかなる増幅器をも使用することができる。

【0046】一方、図13に示すブースター30Cのように、共振回路35に電源31及び増幅器33を組み合わせてもよい。共振回路35はブースター30又は30Aと同様の構成を採用することができる。この場合は、単一の同調によって得られるものよりも広い帯域を得ることができる。また、このようなブースター30Cを複数段設けることもできる。例えば、共振回路35にブースター30を用いれば中心周波数だけを強調するのではなく側帯波も十分に強調することができる。共振回路35に図10に示すブースター30A（複同調回路）を適用して1段又は多段構成となればブースター30Cは複同調増幅器として機能する。

【0047】次に、本発明の第2実施例の通信システム1Bを図14を参照して説明する。図1は本発明の第2実施例の通信システム1Bの構成を示す斜視図である。本発明の通信システム1Bは、特徴的に、ブースター30をリーダライタ20に対して傾斜して配置している。

【0048】通信システム1Bにおけるブースター30は、リーダライタ20がそのアンテナ212の指向性から要求する非接触ICカード10の相対的な姿勢（即ち、リーダライタ20に対する傾斜角度）を緩和している。即ち、図1に示す通信システム1においてブースター30を除いた従来の通信システムにおいて、非接触ICカード10が最大通信距離 $d^*$ （ $\approx 10\text{ cm}$ ）を得るためには、非接触ICカード10のアンテナコイル14とリーダライタ20のアンテナ212との法線は一致する必要があった。もし、図14に示すように、非接触ICカード10のアンテナコイル14がアンテナ212の法線方向に対して45度傾斜すれば、最大通信距離は約 $1/3 d^*$ （ $\approx 3.3\text{ cm}$ ）になってしまう。

【0049】しかし、非接触ICカード10をリーダライタ20に対して常に平行に配置するのは困難である。例えば、スキー場のリフト乗り場では、スキーヤーは不安定な足場でスキーウェアの上腕部に乗車券である非接触ICカード10を収納してリフト乗り場のリーダライタ20にかざさなければならない。また、駅の自動改札口では、改札口を通過する人は歩きながら乗車券である非接触ICカード10をリーダライタ20にかざさなければならない。このため、非接触ICカード10を完全にリーダライタ20のアンテナ部24に平行に配置しなくても読み取りが可能になることが要求されていた。

【0050】そこで、本発明の通信システム1Bはブースター30のアンテナコイル32をリーダライタ20の

アンテナ212の法線に対して傾斜して配置して、たとえ非接触ICカード10がリーダライタ20に対して傾斜しても、非接触ICカード10がブースター30と交信できる限りリーダライタ20との通信距離を $d^*$ に保てるようにしている。ブースター30は、例えば、ヒンジ等を利用して物理的にリーダライタ20に結合されることができ、リーダライタ20に対する傾斜角度 $\alpha$ や非接触ICカード10に対する傾斜角度 $\beta$ は手動又は自動的に調節することができる。なお、当業者にとってこのような物理的構造を実現することは容易であるため、ここでは詳しい説明は省略する。

【0051】通信システム1Bにおいては、非接触ICカード10のアンテナ14はブースター30のアンテナ32の法線方向にあるときにブースター30との最大通信距離を確保することができる。従って、リーダライタ20に対して異なる傾斜角度を有する複数のブースター30が配置されれば非接触ICカード10が備えるべき傾斜角度の制約はそれだけ緩和されることになる。図15は、2つのブースター30を設けた通信システム1Bの変形例である通信システム1Cを示している。この場合、データは、例えば、リーダライタ20からどちらかのブースター30を介して非接触ICカード10に転送される。なお、ブースター30の数を2以上に増やすことはもちろん可能である。

【0052】従って、図15に示す通信システム1Cにおいては、全てのブースター30はリーダライタ20のアンテナ部24と電磁結合していなければならないが、非接触ICカード10には中継に使用されるブースター30のみが電磁結合されていればよい。

【0053】留意すべきことだが、本発明の通信システム1Bや1Cは、ブースター30をリーダライタ20の真上に配置してはならないということはない。従って、図1に示す通信システム1においてブースター30を傾斜させてもよい。もっとも、この場合には通信距離を延長するという効果よりは非接触ICカード10の傾斜角度を緩和するという効果が強調されることになる。また、ブースター30は、図9に示すように、非接触ICカード10の上部で傾斜してもよい。この場合にブースター30がリーダライタ20の真上になくてもよいことは言うまでもない。

【0054】以下、図16を参照して、本発明の通信システム1Dについて説明する。ここで、図16は、本発明の第3実施例の通信システム1Dの構成を示す斜視図である。

【0055】図6に示すリーダライタ20の通信可能領域220はリーダライタ20のアンテナ部24の真上に広がっている。しかし、非接触ICカード10をアンテナ部24の真上に常に配置することは容易ではない場合がある。そこで、本発明の通信システム1Dは、リーダライタ20のアンテナ212の指向性に基づく通信領域

10

20

30

40

50

の制約を緩和して、従来は通信が不可能であったアンテナ部 24 外の領域で非接触 IC カード 10 がリーダライタと交信することができるように通信領域を拡大している。

【0056】図 16 を参照するに、リーダライタ 24 の左隣に一つのブースター 30 が配置され、右隣に二つのブースター 30 が配置されている。各ブースター 30 の大きさ及び形状は同一であってもよいし異なってもよい。交信においては、非接触 IC カード 10 が左隣のブースター 30 の真上の距離  $d_1$  離れた位置 D1 にあるときはこのブースター 30 を介して交信することができる。また、リーダライタ 10 が右隣のブースター 30 の真上の距離  $d_2$  離れた位置 D2 にあるときはこのブースター 30 を介して交信することができる。一方、非接触 IC カード 10 がリーダライタ 20 の最も右の位置 D3 にある時はブースター 30 を介してリーダライタ 20 と交信することができる。

【0057】このように、従来は、非接触 IC カード 10 は、リーダライタ 20 の真上（例えば、位置 D）になればこれと交信することができなかったが、本発明の通信システム 1D はかかる制約を緩和して、非接触 IC カード 10 が位置 D1 乃至 D3 のいずれの位置にきてもリーダライタ 20 と交信することを可能にしている。

【0058】また、本発明の通信システム 1D は、特徴的に、複数のブースター 30 の協調的に利用してリーダライタ 20 の通信可能領域を拡大している。即ち、非接触 IC カード 10 が位置 D3 にある時はリーダライタ 20 の右隣の 2 つのブースター 30 は協調して非接触 IC カード 10 とリーダライタ 20 との交信を補助している。これは、リーダライタ 20 のコイル 212 から生じる磁束が右隣のブースター 30 のコイル 32 に鎖交し、これがまた、更に右隣のブースター 30 のコイル 32 に鎖交するといったように、伝搬していくからである。この場合、各アンテナコイル 32 の法線方向はアンテナコイル 212 の法線方向とほぼ平行であり、直接又は間接的にこれに電磁結合されている。例えば、アンテナ部 24 の右隣のブースター 30 のコイル 32 はアンテナ 212 と直接に電磁結合され、更に右隣のブースター 30 のコイル 32 は右隣のブースター 30 のコイル 32 と直接に電磁結合され、アンテナ 212 とはかかるコイル 32 を介して間接的に電磁結合されている。

【0059】理解されるように、図 16 に示す通信システム 1C においては、全てのブースター 30 はアンテナ部 24 と直接又は間接的に電磁結合していなければならないが、非接触 IC カード 10 には中継に使用されるブースター 30 のみが電磁結合されていればよい。

【0060】リーダライタ 20 の周りの任意の位置にブースター 30 を配置することにより、また、上述した実施例で開示したブースター 30 と適当に組み合わせることにより、リーダライタ 20 の通信距離を所望の範囲に

拡大することができる。なお、一般に、リーダライタ 20 から離れるに従って非接触 IC カード 10 の通信距離  $d$  は小さくなるが、図 1 又は図 9 に示すように、別のブースター 30 を非接触 IC カード 10 の上又は下に配置することにより通信距離を延長することができる。

【0061】以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0062】例えば、リーダライタが複数のアンテナ部を有するようにブースター 30 とリーダライタ 20 を一体的に構成した場合の当該リーダライタも本発明の要旨の範囲内である点に留意しなければならない。図 14 を参照して説明したように、実際の通信システムにおいては、ブースター 30 とリーダライタ 20 とが物理的に結合している態様でブースター 30 が使用される場合が少なくない。かかるリーダライタを有する通信システムは本発明のブースターを含んでいないと解釈されるべきではなく、本発明のブースター 30 とリーダライタ 20 の両方の機能を含んでいるものとして理解されるべきである。そして、かかるリーダライタにおいて、制御インターフェース 22 がそれら複数のアンテナ部のコイルに共通に接続されてもよい。

【0063】同様にして、図 16 に示す通信システム 1D において、リーダライタが制御インターフェース 22 のみで、アンテナ部 22 と全てのブースター 30 とを一体的にブースターと解釈した場合の当該通信システムも本発明の要旨の範囲内である点に留意しなければならない。制御インターフェース 22 の代わりに前述の更なる外部装置が直接にアンテナ部に接続されてもよい。

【0064】

【発明の効果】本発明の通信システム及びブースターによれば、ブースターは非接触情報媒体と外部装置との無線通信を中継することができるので、非接触情報媒体は外部装置と直接に交信できなくてもブースターを介して外部装置と間接的に交信できればよく、非接触情報媒体及びそのユーザーにとって通信の自由度が増加する。

【0065】ブースターの中継機能は、外部装置と非接触情報媒体との間の通信距離の増大、及び／又は、非接触情報媒体に求められる外部装置に対する姿勢及び／又は位置の制約の緩和などの効果をもたらす。これにより、本発明のブースターは従来の通信システムの欠点を簡易かつ安価に除去することができる。

【0066】また、本発明の通信システムは複数のブースターを有してもよく、各ブースターは外部装置と直接に電磁結合されるか他のブースターを介して間接的に電磁結合される場合には、複数のブースターの強調動作を通じて非接触情報媒体と外部装置との無線通信が補助される。

15

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例の通信システムの構成を示す斜視図である。

【図 2】 図 1 に示す通信システムの非接触 IC カードの構成を示すブロック図である。

【図 3】 図 2 に示す非接触 IC カードの模式的透視平面図である。

【図 4】 図 1 に示す通信システムのリーダライタの構成を示すブロック図である。

【図 5】 図 4 に示すリーダライタの模式的透視平面図 10 である。

【図 6】 図 4 に示すリーダライタの概観の一例とアンテナ部が通信することができる通信可能領域の一例を示す斜視図である。

【図 7】 本発明の通信システムに適用可能な本発明の第 1 実施例のブースターの概観回路構成図である。

【図 8】 図 7 の回路を実現するためのより具体的なブースターの透視斜視図である。

【図 9】 図 1 に示す通信システムの変形例を示す斜視図である。

【図 10】 本発明の通信システムに適用可能な本発明の第 2 実施例のブースターの概観回路構成図である。

【図 11】 図 10 の回路を実現するためのより具体的

16

なブースターの透視斜視図である。

【図 12】 本発明の第 3 実施例のブースターの概観回路構成図である。

【図 13】 図 12 のブースターの等価回路図である。

【図 14】 本発明の第 2 実施例の通信システムの構成を示す斜視図である。

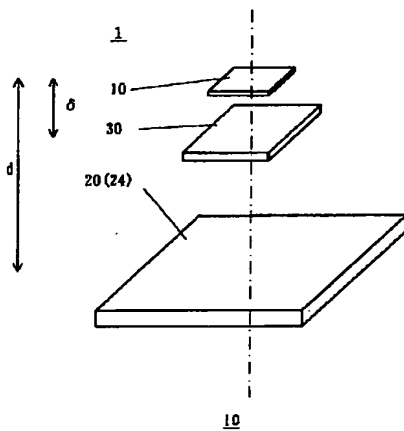
【図 15】 図 14 に示す通信システムの変形例を示す斜視図である。

【図 16】 本発明の第 3 実施例の通信システムの構成を示す斜視図である。

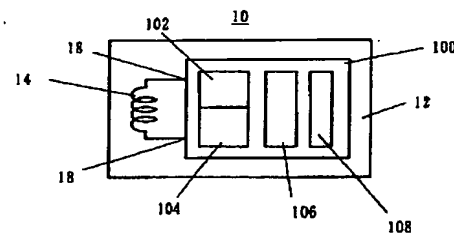
## 【符号の説明】

1	通信システム
10	非接触情報媒体
14	アンテナ
16	ICチップ
20	外部装置
22	制御インターフェース
24	アンテナ部
30	ブースター
32	送受信コイル
34	共振コンデンサ
36	基材
212	アンテナ

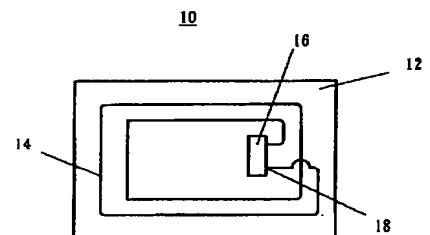
【図 1】



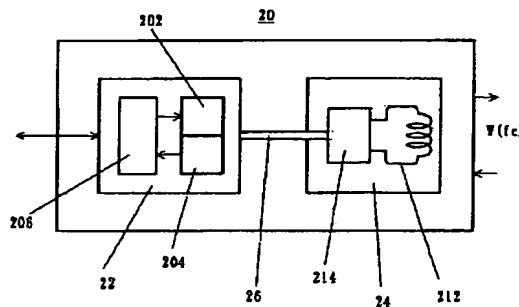
【図 2】



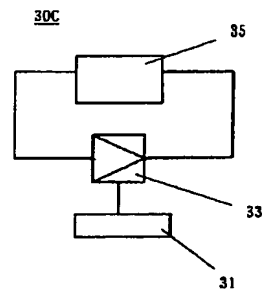
【図 3】



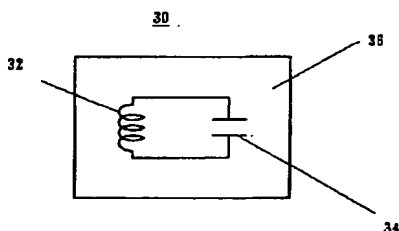
【図 4】



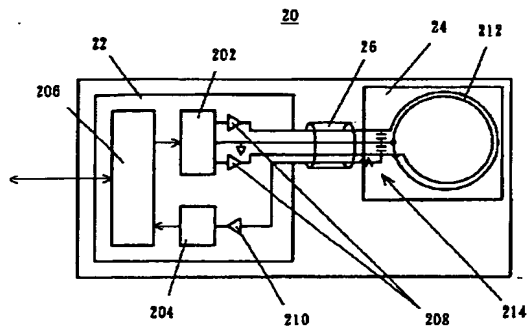
【図 13】



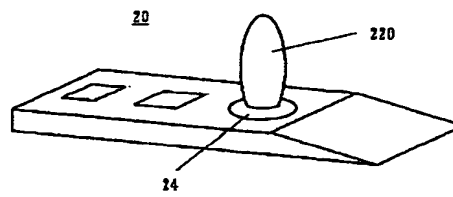
【図 7】



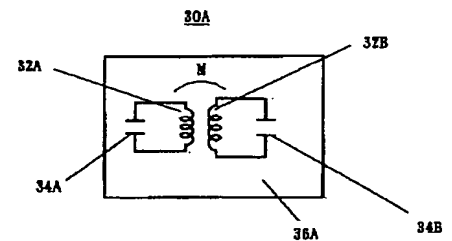
【図 5】



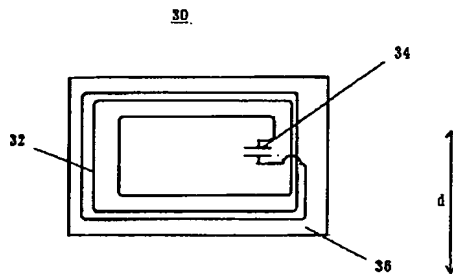
【図 6】



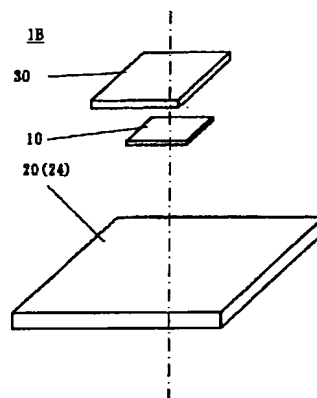
【図 10】



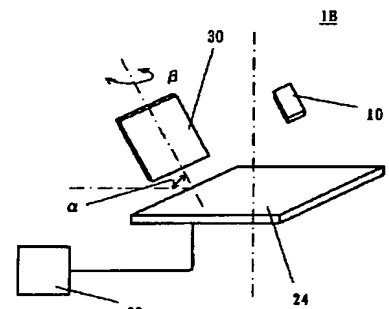
【図 8】



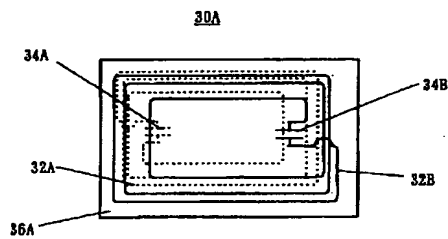
【図 9】



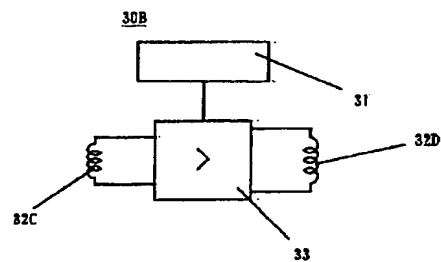
【図 14】



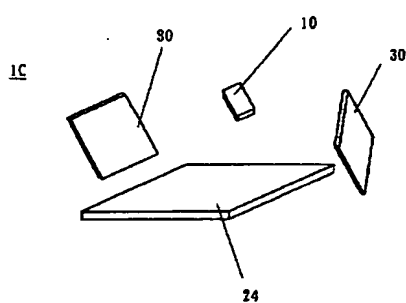
【図 11】



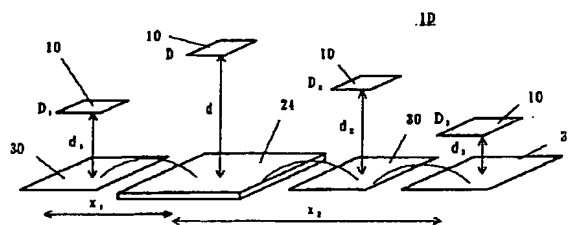
【図 12】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 杉村 詩朗

東京都台東区駒形 1 丁目 2 番 6 号 株式会  
社スマートカードテクノロジーズ内

F ターム(参考) 5B035 AA04 AA11 BA03 BB09 BC00  
BC03 CA01 CA12 CA22 CA23  
5K012 AB05 AC06 AC08 AC10 AC12  
BA03